



## John Deere 8R, directo al mundo digital



**Belén Diezma, Pilar Barreiro,  
Miguel Garrido-Izard  
y Tatiana Jiménez-Ariza.**

LPF\_TAGRALIA, UPM-CEI Moncloa.

El pasado 10 de diciembre volvimos al concesionario John Deere de Olías del Rey (Toledo). En esta ocasión para ensayar un modelo de la nueva serie 8R, el 8245R, en el que comprobamos la facilidad de uso, el confort y la conectividad global (fabricante, concesionario, operador y dueño de la explotación unidos en tiempo real).

**L**as principales mejoras que el fabricante atribuye a esta serie 8R (y la hermana 7R) se centran en la reducción del consumo de combustible y urea, la incorporación de iluminación LED (opcional), el aumento del confort en cabina y la disponibilidad de alta capacidad hidráulica y potencia a la barra de tiro. Adicionalmente se introduce el concepto de *Connectivity inside*: para garantizar el intercambio de información en tiempo real.

Este modelo dispone de un motor John Deere PowerTech PSS 9,0 l turboalimentado (turbocompresores en serie) que cumple la normativa de emisiones

Fase IV mediante el control de emisiones integrado combinando filtros de escape diésel, un turbocompresor en serie con SCR (reducción catalítica selectiva) y una mayor presión de inyección. Estos motores han mostrado una eficiencia en el consumo total de fluidos inferior a la media de este segmento de potencias según las pruebas PowerMix de la DLG.

La serie ofrece la posibilidad de elegir entre la transmisión e23, diseñada para ofrecer la máxima eficiencia en aplicaciones de laboreo, el cambio asistido completo PowerShift con 16 marchas de avance y 5 de retroceso o la transmisión infinitamente variable AutoPowr. La unidad ensayada incorpora la transmisión e23, que posibilita velocidades máximas de 40 km/h a 1.410 rpm y 50 km/h a 1.670 rpm, 23 marchas de avance y 11 marchas de retroceso. Se incorporan tres modos de manejo: manual, automático y personalizado; este último permite la programación por parte del usuario para lo que se requiere un muy buen conocimiento del tractor y de las tareas a realizar para poder superar las capacidades del modo automático.

El sistema hidráulico incorpora hasta seis válvulas de mando a distancia en la parte trasera y hasta dos en la delantera, con un caudal de 321 l/minuto. La capacidad de toma exterior hidráulica de serie es de 40 l, y de 90 l con el depósito auxiliar opcional. El **cuadro I** resume las características técnicas más relevantes.

## Instrumentación y ensayos

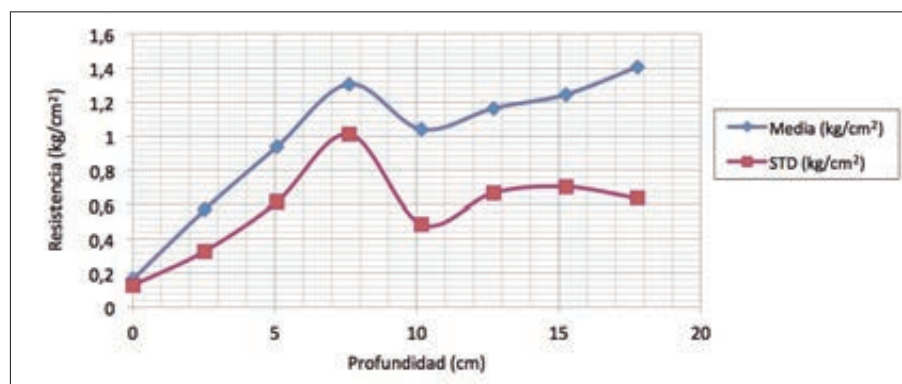
En este ensayo se ha empleado un DGPS para georreferenciar la labor (frecuencia de adquisición de 1 Hz), la grabación de datos de motor (para caracterizar el funcionamiento del tractor), y el análisis de vibraciones con un conjunto de acelerómetros triaxiales y uniaxiales para verificar el funcionamiento del control dinámico del asiento neumático.

### CUADRO I.

#### Especificaciones técnicas del tractor John Deere 8245R.

<b>Rendimiento del motor</b>	
Potencia nominal del motor a 2.100 rpm (97/68/CE), CV (kW)	245 (180)
Gama de potencia constante (rpm)	1.500-2.100
Incremento de par de la TDF, %	40
Par máximo del motor (Nm) (40% a 1.600 rpm), rpm	1.147
Régimen nominal, rpm	2.100
Tratamiento gases de escape	Filtro de partículas diésel (DPF) de larga duración, filtro de oxidación diésel (DOC), reducción catalítica selectiva con DEF
Aspiración	Dos turbocompresores en serie con geometría fija en la primera fase, variable en la segunda, enfriador posterior aire-aire y recirculación de gases de escape refrigerados
Número de cilindros/cilindrada, l	6/9
Diámetro y carrera, mm	118,4 x 136
Inyección de combustible	Common Rail de alta presión con regulación electrónica y bomba de combustible eléctrica (auto cebado)
<b>Transmisión</b>	
e23: 23 marchas de avance/11 marchas de retroceso, 40 km/h, inversor en lado izquierdo	42 km/h a 1.410 rpm ECO con neumáticos grupo 49, 42 km/h a 1.780 rpm ECO con neumáticos grupo 48, 42 km/h a 1.560 rpm ECO con neumáticos grupo 47
<b>Dirección</b>	
Tipo	Telescópica abatible con memoria
Dirección ActiveCommand (ACS) con respaldo de bomba eléctrica	Volante de 345 mm, desmultiplicación variable 15:1 a 23:1 (3,1 - 5,0 vueltas entre topes) c/Control dinámico de desplazamiento de rueda y retroalimentación pasiva táctil
<b>Sistema hidráulico</b>	
Tipo	Circuito, compensación de presión/caudal
Bomba principal, émbolo axial (cilindrada)	Bomba doble estándar de 85 cm <sup>3</sup>
Presión máxima	2958 psi
Caudal nominal, bomba de 85 cc, l/min	227,1
Válvulas de mando a distancia traseras con enchufes ISO de 1/2 in.(estándar/opcional)	4/5,6
Capacidad de toma exterior de aceite (estándar), l	40
<b>Eenganche tripuntal trasero</b>	
Tipo	Detección electrohidráulica
Categoría	III/IIIN / IVN/III
Sistema de acoplamiento, eje (estándar / opcional)	Eenganche rápido / extremos con gancho, eje de todos los diámetros / eje de 120 mm
Capacidad de elevación continua (610 mm detrás del enganche rápido, OECD), kg Estándar (enchufes rápidos)	6.352: ejes de todos los diámetros
<b>Barra de tiro</b>	
Categoría (estándar / opcional)	III / IV
Capacidad de elevación (CatIII / IVN) según posición de la barra de tiro, kg	1.837-2.700 / 2.245
<b>Tdf trasera</b>	
Tipo	Embrague multidisco electrohidráulico refrigerado por aceite
Régimen del motor para tdf de 1.000 rpm, rpm	1.995
Régimen del motor para tdf de 1.000 / 1.000E rpm, rpm	1.995/1.590
Régimen del motor para tdf de 540 / 1.000 rpm, rpm	1.810/1.950
<b>Cabina</b>	
Especificaciones	Cabina ComfortView III, puertas panorámicas, climatizador ClimaTrak
Sonoridad interior, dB(A)	69
Superficie acristalada, m <sup>2</sup>	6,52
Volumen, m <sup>3</sup>	3,597
Monitor	CommandCenter Generación 4 con monitor 4100 de 7 in. o 4600 de 10 in. con pantalla táctil
<b>Dimensiones y pesos</b>	
Distancia entre ejes MFWD/ILS, mm	3.080/3.050
Anchura x altura x longitud, mm	2.602 x 3.353 x 6.224
Despeje, TD / ILS, mm	686/590
Radio de giro (según neumáticos), m	5,4 - 6,31
Peso bruto máximo autorizado, kg	18.000
<b>Tamaño de neumáticos</b>	
Medidas de neumáticos delanteros (diámetro en cm)	650/60R34 (170)
Medidas de neumáticos traseros (diámetro en cm)	710/75 R42 (215)

**FIGURA 1.** Resistencia a la penetración del suelo en la parcela en barbecho.



Despliegue hidráulico del chisel de 9 metros empleado en la prueba de campo.

Los ensayos han consistido en el laboreo del suelo con un cultivador de 30 brazos (9 metros de ancho útil) a una velocidad de 7,5 km/h. Se ha realizado cuatro pa-

ses en modo automático y seis pases en modo manual (2 y 4 dentro y fuera del perímetro marcado de la labor); se han recogido en total (50.335 y 71.995 registros de



Detalles del tractor 8245R: suspensión delantera (izquierda), opciones a la barra de tiro y mando externos (centro), accesibilidad a radiadores (derecha).

## CUADRO II.

Algunas de las variables de motor registradas.

Carga del motor	%
Velocidad del motor	rev/min
Par del freno motor	Nm
Presión del common rail riel de combustible - Real	MPa
Índice de consumo de combustible	l/h
Posición del acelerador	%
Velocidad del turbocompresor de geometría variable (VGT)	kRPM
Posición de paletas del turbocompresor de geometría variable (VGT)	%
Velocidad del vehículo - Calculada	km/h
Posición de la válvula de EGR	%
DPF Presión diferencial	kPa

motor en las besanas en modo automático y manual). Se ha efectuado además una comparación de virajes con y sin i-TecPro, verificando además las diferencias de funcionamiento de este sistema de control de cabeceras cuando se trabaja en modo manual y automático, así como un total de 28.954 datos de virajes; cada registro con 23 variables (**cuadro II**).

Posteriormente se ha realizado además un desplazamiento en caminos rurales para analizar el perfil de vibraciones en el asiento del conductor (con control dinámico de la amortiguación neumática), y en el asiento de acompañante (sin amortiguación), eligiendo para ello a dos personas de un peso similar, 70 kg.

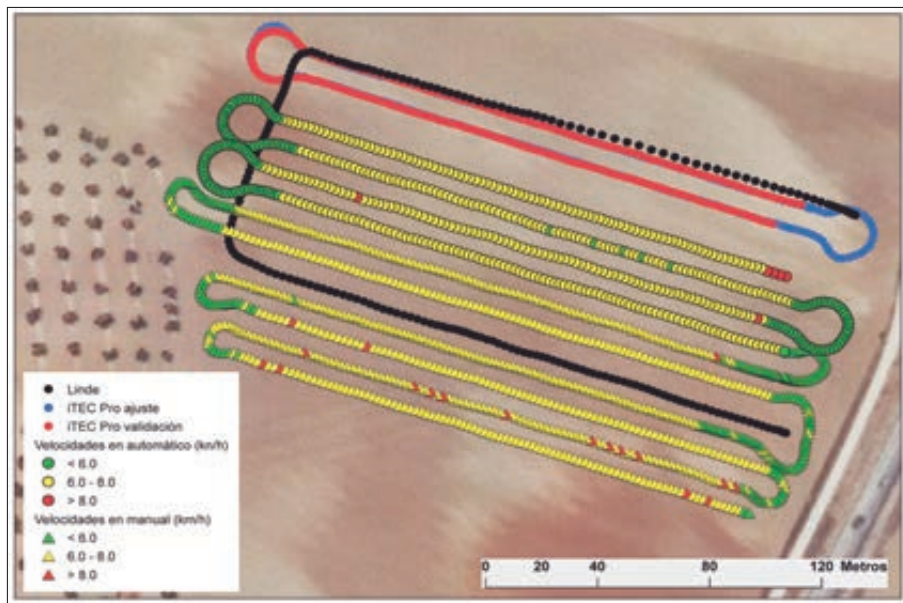
## Condiciones del suelo y profundidad de trabajo

La parcela labrada tiene un suelo ligero, y en el momento del ensayo mostró una densidad aparente de 1,096 kg/l + 0,096 kg/l (n=7), una humedad del 7,5% + 2,3% (n=7), y una porosidad del 58,7% (calculada mediante cilindro Kopecky); la parcela acumulaba 654 g/m² de rastrojo y registró un índice de cono (media de resistencia a la penetración en las primeras 7 pulgadas) de 0,398 kg/cm² (**figura 1**).

(Continúa en pág. 26)



**FIGURA 2.** Perfil de los trabajos de laboreo. Los virajes empleando iTecPro son perfectamente circulares (giro completamente automatizado incluida la gestión del volante).



## Capacidad de trabajo y gestión de cabeceras con iTecPro

Más allá del conocido sistema de auto-guiado, Autotrac (que probamos por prime-

ra vez en 2007), la serie 8R ofrece el sistema de gestión de cabeceras iTecPro que permite (una vez establecido el perímetro y grabada la cabecera prototipo) gestionar todas las operaciones propias del viraje: desconectar la doble tracción, elevar el

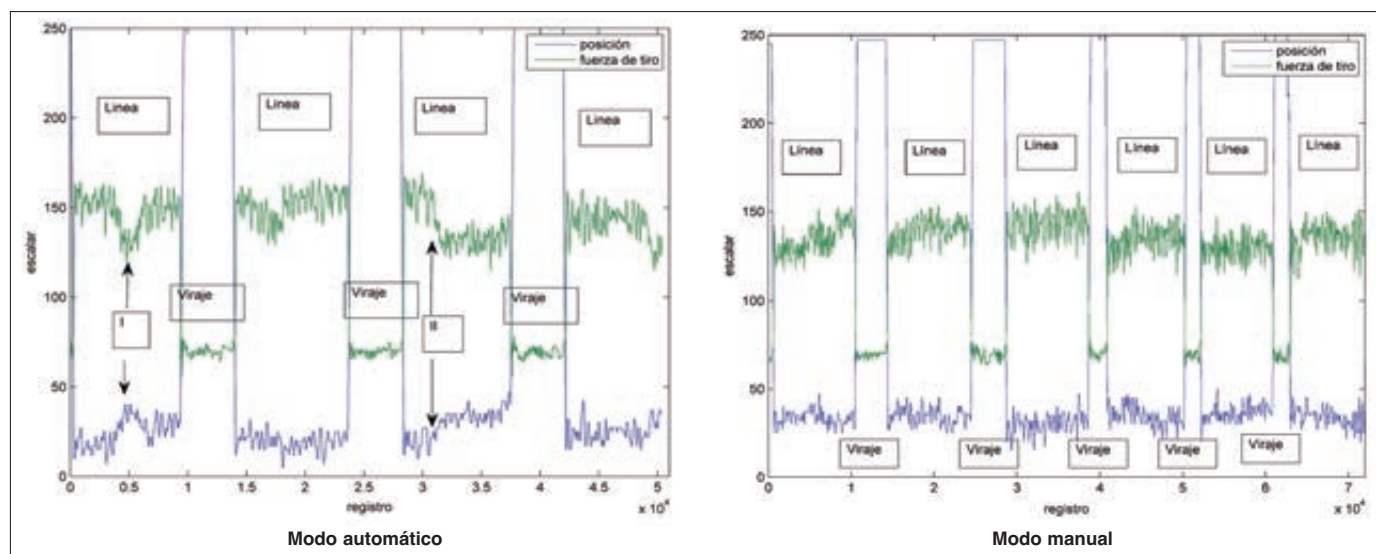
apero, reducir el régimen de motor, cambiar de marcha, girar el volante (el usuario no lo maneja como se ve en la foto de apertura de este artículo) y encarar la nueva línea realizando el proceso inverso.

La **figura 2** muestra el conjunto de trabajos en campo: delimitación del perímetro (negro), grabación de la cabecera con iTecPro (rojo), verificación de la programación (azul, totalmente sobrescrita a la anterior). También figura el laboreo en modo automático (círculos) y manual (triángulos). iTecPro sólo está activo dentro del perímetro y en modo automático, se percibe la gran regularidad del sistema de viraje automático (paso previo a una conducción totalmente automática).

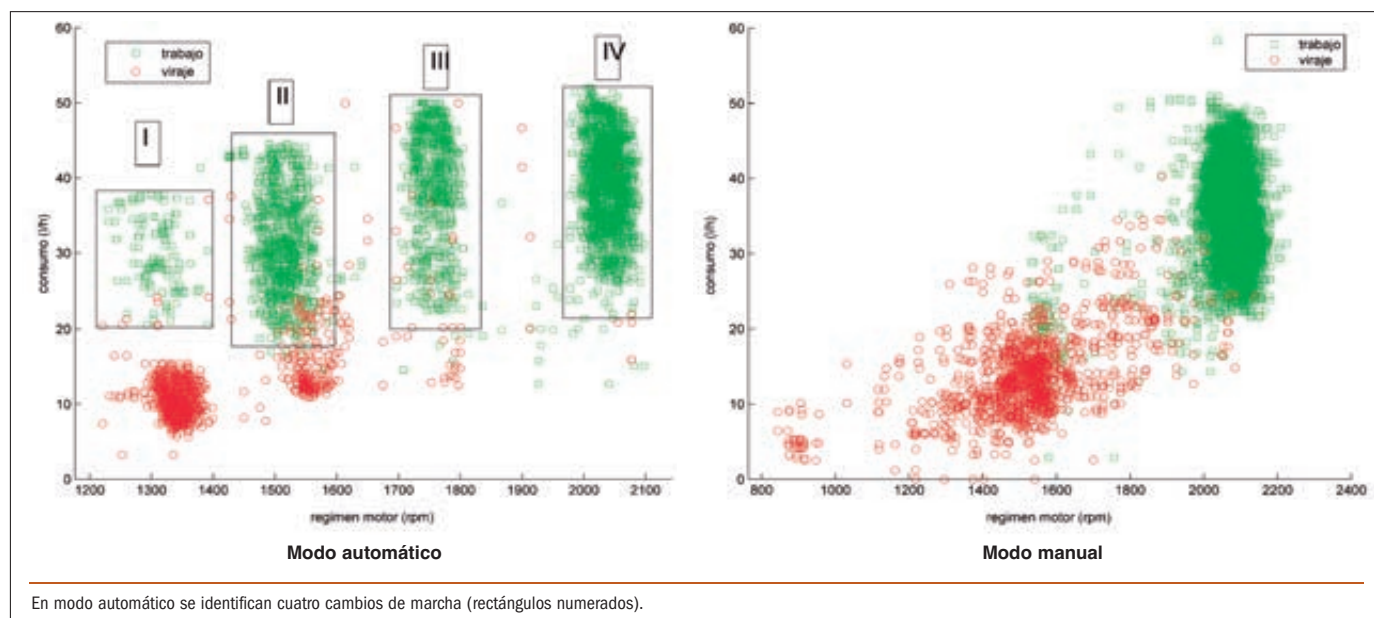
## Laboreo con un cultivador de 9 metros

La **figura 3** muestra los datos de la posición del tercer punto y de la fuerza de tiro (ambos en valores arbitrarios) en los ensayos en modo automático (izquierda) y manual (derecha). Se aprecian perfectamente las zonas de besana (elevada fuerza de tiro y tripuntal en posición inferior) y las zonas

**FIGURA 3.** Datos de la posición del tercer punto y de la fuerza de tiro (ambos en valores arbitrarios) en los ensayos en modo automático (izquierda) y manual (derecha).



**FIGURA 4.** Comparación del régimen del motor y el consumo horario en modo automático (izquierda) y manual (derecha) empleando el color verde para las besanas y el rojo para los virajes.

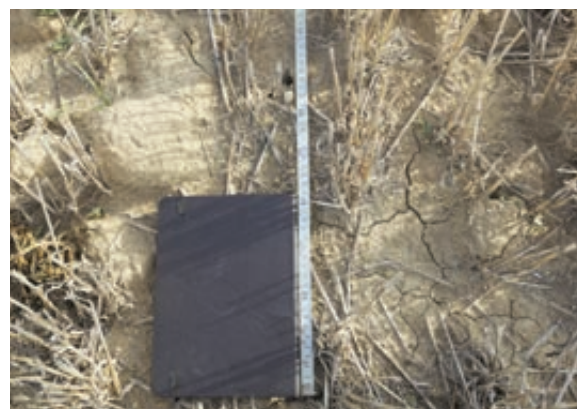


de viraje (reducida fuerza de tiro y tripuntal en posición elevada). También se observa que en modo manual se produjeron distintos tipos de viraje (2 y 3) correspondientes al trabajo en modo semi-automático dentro del perímetro (el iTecPro en modo manual gestiona la secuencia pero no el volante), y en modo totalmente manual fuera del perímetro marcado con iTecPro.

En la **figura 3** se observa además el funcionamiento del sistema de control de tiro en las besanas (especialmente en modo automático), ya que cuando el tractor detecta un sobreesfuerzo, eleva ligeramente el tripuntal para contener el esfuerzo de tiro (puntos marcados como I y II en la **figura 3a**).

La **figura 4** compara el régimen del motor y el consumo horario en modo automático (izquierda) y manual (derecha) empleando el color verde para las besanas y el rojo para los virajes.

Lo primero que destaca es que en modo automático el tractor ha realizado diversos cambios automáticos identificables por la acumulación de puntos de motor en regímenes concretos (2.100 rpm, 1.800 rpm, 1.550 rpm y 1.300 rpm). Mientras que en modo manual el tractor ha trabajado continuamente en un régimen cercano a 2.200 rpm (87,5% de los datos >2.050



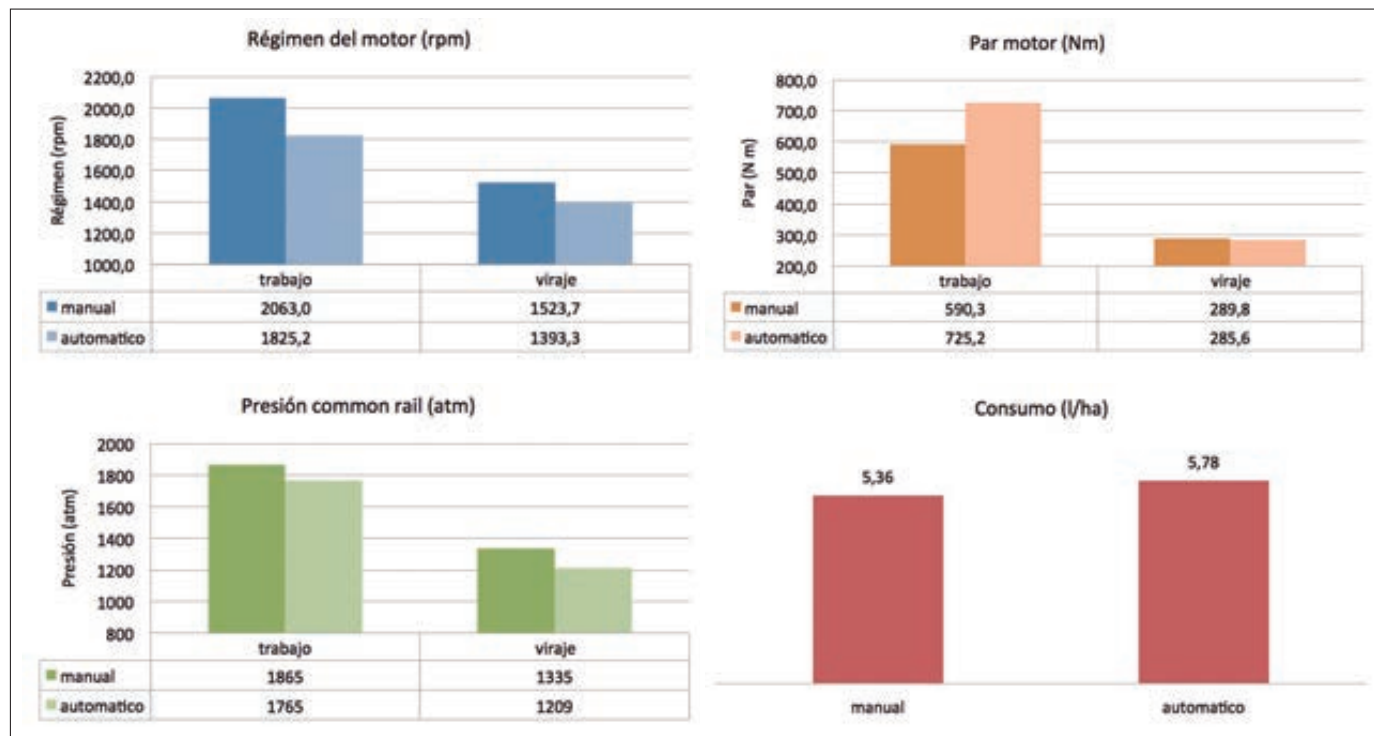
Detalle del volumen de ratrojo: 654 g/m<sup>2</sup>.



Vista de la labor realizada con el chisel de 9 metros, en recorrido de ida y vuelta.



**FIGURA 5.** Valores medios en modo manual y automático (en besana y viraje) para régimen de motor (rpm), par (Nm), presión de inyección (common rail) y consumo superficial (l/ha), éste último calculado a partir del consumo horario y la velocidad media en besana.



rpm), en el modo automático sólo un 12,1% de datos está por encima de ese umbral. Aun así, en modo automático sólo el 37,5% de los valores de régimen estuvieron por debajo de 1.850 rpm, lo que indica a las claras las elevadas exigencias de este apero de 9 metros para el tractor.

Por otra parte en los virajes, en el modo manual se acumula un 25% de los valores por encima de 16,6 l/h, mientras que en modo automático este número se reduce al 1,3%. Este hecho cabe asignarlo directamente al sistema de control de cabeceras iTecPro.

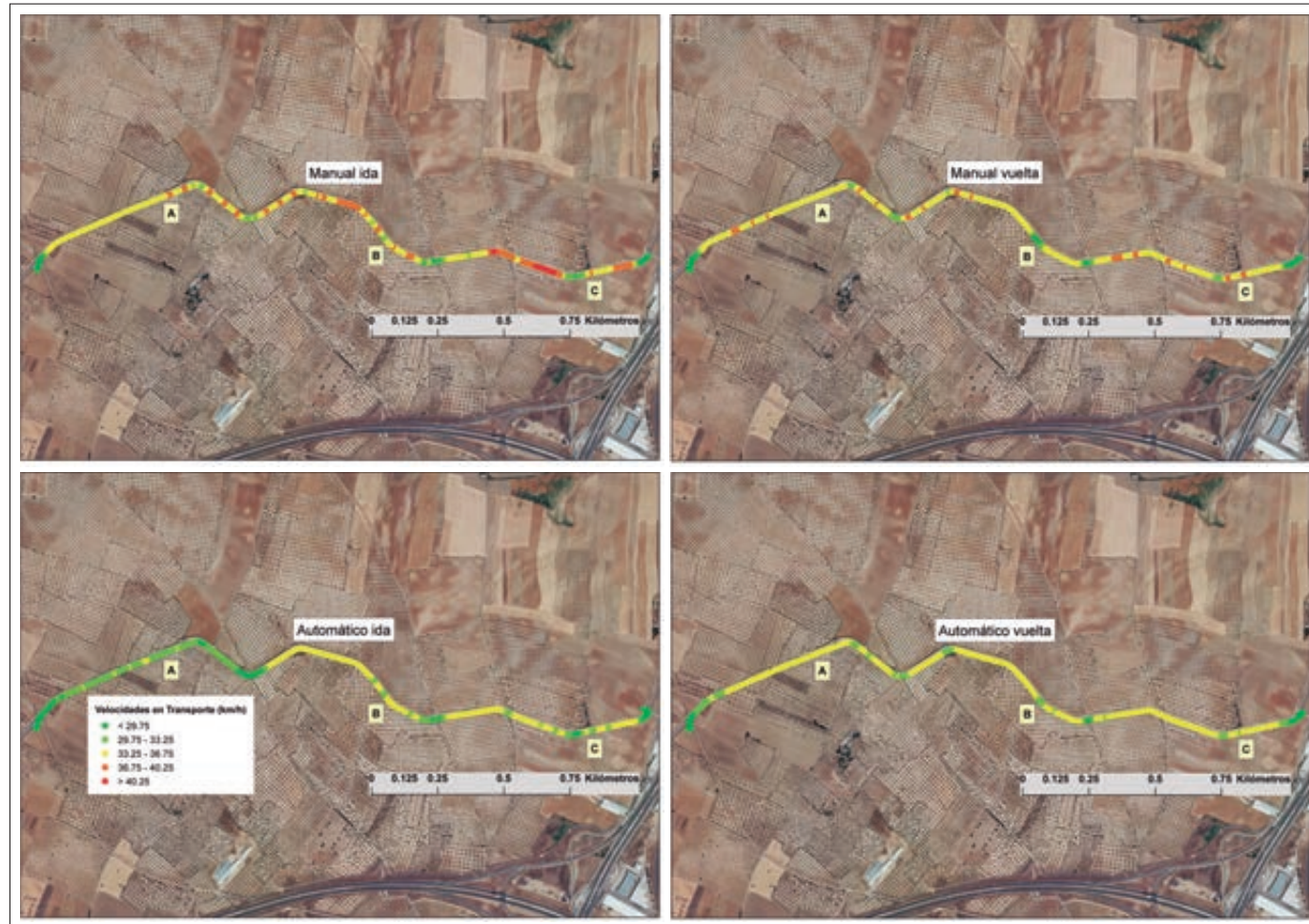
La **figura 5** muestra los valores medios en modo manual y automático (en besana y viraje) para régimen de motor (rpm), par (Nm), presión de inyección (common rail) y consumo superficial (l/ha, calculado a partir del consumo horario y la velocidad media en besana). Parece claro que el modo automático tiende a reducir régimen (de 2.063 a 1.825 rpm), aumentar par (de 590 a 725 Nm) y reducir la presión de inyección (1.865 a 1.765 atm).

El consumo superficial en ambos casos se sitúa entorno 5,5 l/ha, un valor muy destacable considerando una profundidad de trabajo de  $14 \text{ cm} \pm 1,5 \text{ cm}$  (23 medidas). El modo automático no ha redundado en un menor consumo superficial debido a la elevada exigencia del apero, pero claramente el tractor se ve menos sobrecargado. La conclusión es clara, si se pone el vehículo al límite, no hay diferencia en consumo entre modo manual y automático pero el tractor tendrá mejor vida.



La profundidad de trabajo se situó en  $14 \text{ cm} \pm 1,5 \text{ cm}$  (23 medidas).

**FIGURA 6.** Recorridos y velocidades en el desplazamiento en camino rural: manual (arriba) en ida y vuelta (izquierda y derecha respectivamente), y automático (abajo) en ida y vuelta (izquierda y derecha respectivamente).



## Desplazamiento en camino rural

La **figura 6** recoge los recorridos y velocidades en el desplazamiento en camino rural (velocidad media superior a 30 km/h).

La **figura 7** muestra el régimen del motor y el consumo horario en los dos ensayos de desplazamiento en camino rural a alta velocidad. Lo primero que salta a la vista es la gran dispersión de datos en el modo manual (magenta) respecto al modo automático (azul): hay puntos magenta por todas partes, mientras que el 76% de los puntos de funcionamiento en modo automático (puntos azules) están entre 1.200 y

1.400 rpm. Lo mismo cabe consignar respecto al consumo horario (dispersión vertical) donde un 13% de los valores en modo manual aparecen con un valor superior a

40 l/h, mientras que sólo un 4,9% de los puntos de funcionamiento en modo automático superan esta cota.

El **cuadro III** muestra los valores típi-



Desplazamiento en camino rural a una velocidad elevada (media superior a 30 km/h).

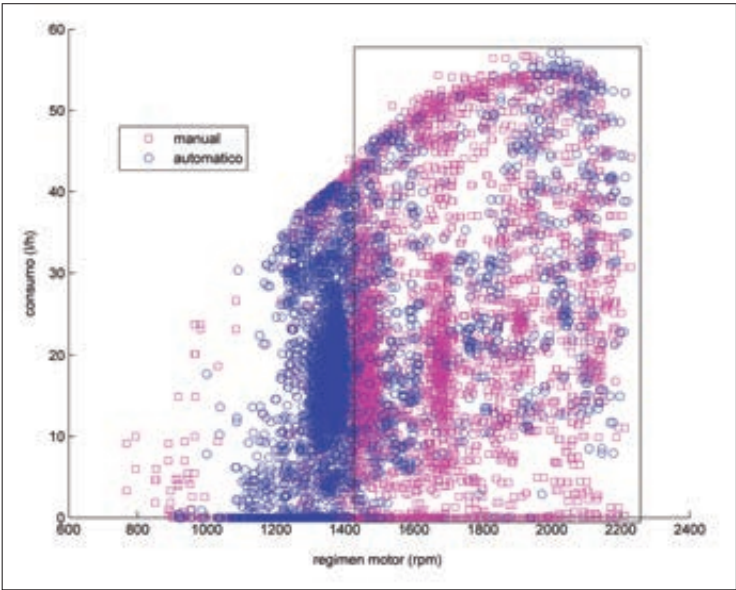


cos de consumo horario: media, cuartil inferior (Q25) y cuartil superior (Q75), tanto en modo manual como automático. Si la media es superior en modo manual respecto al automático (19,88 l/h comparado 17,69 l/h), lo que verdaderamente llama la atención es la gran cantidad de puntos (25%) que se acumulan en modo manual con un consumo horario superior a 31,44 l/h.

El **cuadro IV** muestra el régimen de motor: media, cuartil inferior y cuartil superior, tanto en modo manual como automático. En este caso lo que más llama la atención es la enorme estabilidad del régimen motor en modo automático con un valor medio de 1.372 rpm, y un 50% de los valores entre 1.335 y 1.391 rpm. Por contraste, el rango de variación de régimen de motor es mucho más elevado, 1.563 rpm de media y un 50% de los valores entre 1.456 y 1.752 rpm.

Finalmente, el **cuadro V** muestra cómo el modo automático, también en transporte, tiende a desarrollar más par. La situación es clara para conseguir la misma potencia (par x régimen) en modo manual se opta por elevado régimen y bajo par, mien-

**FIGURA 7.** Régimen del motor y el consumo horario en los dos ensayos de desplazamiento en camino rural a alta velocidad: automático (azul) y manual (magenta). Se destaca el elevado régimen en modo manual (rectángulo).



tras que el modo automático considera más eficiente las marchas más largas (menos régimen y más par); aspecto que viene recomendándose desde hace tiempo en lo que en inglés se denomina GUTD (*Gear Up and Throttle Down*), especialmente cuando se dispone de un sistema de control de sobrecargas del motor como es el modo automático.

El **cuadro VI** resume la distancia, velocidad y consumo. El consumo por kilómetro se sitúa en 0,5 l. Como en el caso del laboreo, la velocidad media elegida (muy elevada, superior a 30 km/h) no ha dado margen

a que el sistema de control trabajara en las condiciones óptimas (por debajo del 75% de la potencia máxima del tractor, en este caso 113 CV).

### Margen de mejora atendiendo al GUTD

La **figura 8** muestra a las claras cómo el sistema automático (barras azules) es capaz de generar una elevada potencia (alrededor de 100 kW) a bajo régimen (1.400 rpm), mientras que en modo manual (barras magentas), dichos valores de potencia (100 kW) sólo se alcanzan a más de 2.000 rpm. Esto es precisamente lo que pretende el método GUTD: des-acelerar y utilizar una marcha más larga, que sólo es viable cuando se trabaja a un 75% de la potencia máxima del tractor.

### Análisis de vibraciones y atenuación del ruido en cabina

Como en otras ocasiones, en este ensayo se han ubicado acelerómetros en distintos puntos del tractor: en la zona frontal del bastidor, en el implemento enganchado al tripuntal, y en el interior de la cabina en los asientos del conductor y del acompañante. El objetivo es comprobar la atenuación de

#### CUADRO III.

Valores típicos de consumo horario: media, cuartil inferior (Q25) y cuartil superior (Q75), tanto en modo manual como automático.

Consumo horario (l/h)			
	Q25	Media	Q75
Manual	14,94	19,88	31,44
Automático	14,25	17,69	23,25

#### CUADRO IV.

Régimen de motor: media, cuartil inferior (Q25) y cuartil superior (Q75), tanto en modo manual como automático.

Régimen motor (rpm)			
	Q25	Media	Q75
Manual	1.456	1.563	1.752
Automático	1.335	1.372	1.391

#### CUADRO V.

Par motor: media, cuartil inferior (Q25) y cuartil superior (Q75), tanto en modo manual como automático.

Par motor (N m)			
	Q25	Media	Q75
Manual	216	413	562
Automático	326	462	612



## CUADRO VI.

Distancia recorrida, velocidad y consumo en el ensayo de desplazamiento en camino rural.

	Distancia (m)	Velocidad (km/h)	Consumo (l/h)	Consumo (l/km)
Manual	5216	35,9	19,88	0,554
Automático	5289	33,3	17,69	0,531

las vibraciones en los puestos de manejo del tractor, para lo que el tractor dispone de la suspensión TLS del eje delantero y del asiento ActiveSeat.

En la **figura 9** se muestran los registros de vibraciones en los puntos monitorizados durante el primer ensayo de transporte realizado; los valores medianas de las aceleraciones en el bastidor, en el implemento y en los asientos son 0,27; 0,13 y 0,03 g, constatándose una reducción del nivel de vibraciones entre el bastidor y el interior de

la cabina de aproximadamente el 90%. En el segundo ensayo de transporte, realizado reproduciendo el mismo trayecto que en el primero, los resultados del estudio de las vibraciones son muy similares.

Por otra parte, el confort en cabina se sustenta en el aislamiento sonoro que de acuerdo con el fabricante debe permitir el trabajo con un nivel de ruido comparable al que se tiene en una calle de actividad media (69-70 dB). En nuestro ensayo, empleando una aplicación de sonómetro verifica-

mos que en el exterior durante la operación los niveles de ruido superaron los 90dB, mientras que en el interior se registraron valores entre 75 y 77 dB.

## Conectividad global

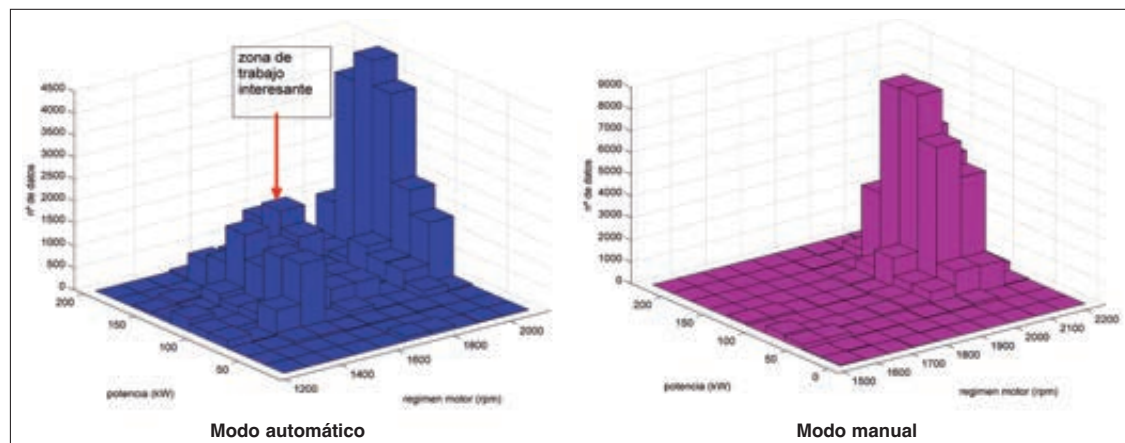
En 2011 calificábamos la incipiente penetración de la telemetría en el mundo de la maquinaria agrícola como una revolución silenciosa, analizábamos entonces los datos de motor que manejaba el sistema de telemetría JDLINK de John Deere correspondientes a ocho tractores en prueba. Lo que entonces era una declaración de intenciones, hoy es una realidad a la que se incorporan estos nuevos modelos de la serie 8R. A día de hoy John Deere cuenta con miles de suscripciones al portal MyJohnDeere.com.

Son elementos fundamentales en la conectividad el Acceso Remoto a Monitor de John Deere (RDA), la Transferencia Inalámbrica de Datos de John Deere (WDT) y la Transferencia Móvil de Datos de John Deere (MDT). Durante la prueba pudimos ver una imagen obtenida en un iPad en tiempo real a lo largo del trabajo en campo, en la que se observa cómo se está desarrollando la labor. El reto actual reside en la gestión inteligente de la información que se genera. Con frecuencias de muestreo de 100 Hz sobre decenas de parámetros, los registros albergan una complejidad difícil de abordar con las herramientas tradicionales de análisis y visualización de datos. Todos los procedimientos que habitualmente empleamos en los ensayos de campo pasan a estar disponibles para todos los usuarios que regis-

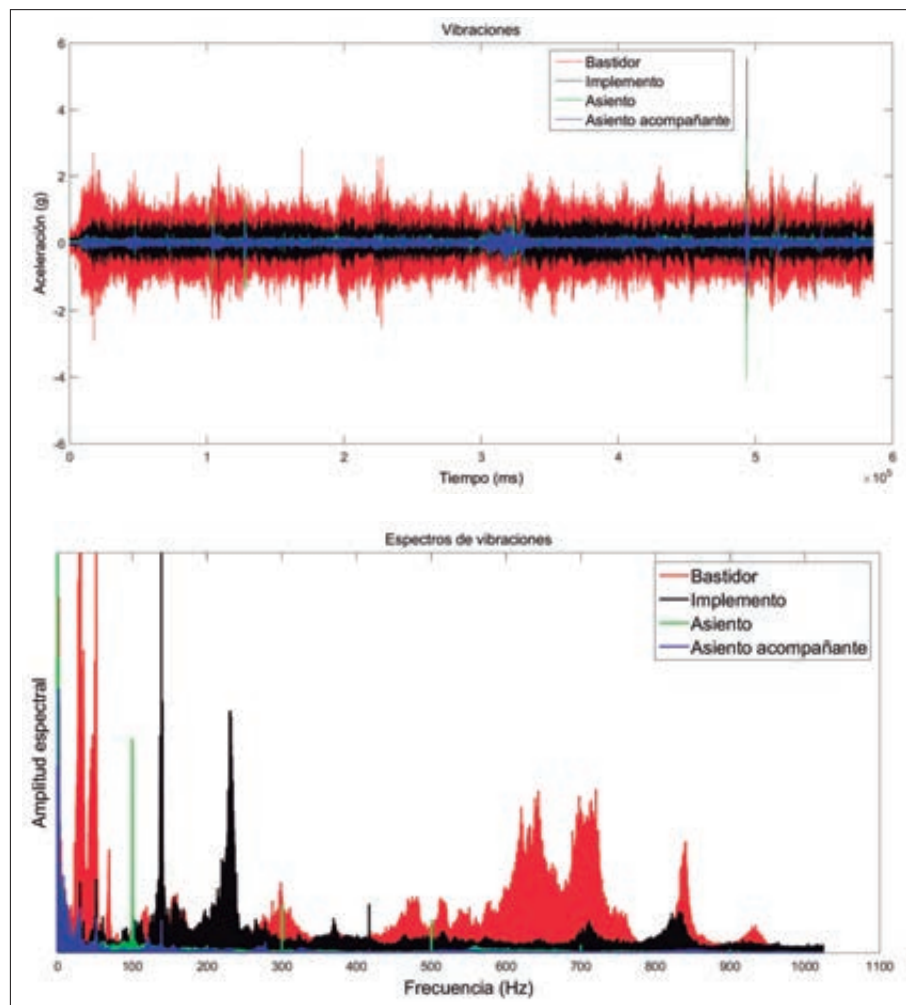


Detalle de la colocación de los acelerómetros en el bastidor del apero (izquierda) y en el asiento neumático con control activo del conductor (derecha).

**FIGURA 8.** Identificación de las zonas eficientes de trabajo empleando un histograma 2D: régimen motor, potencia instantánea, en modo automático (izda) y modo manual (drcha).



**FIGURA 9.** En la parte superior las vibraciones registradas a lo largo del primer trayecto de transporte en los puntos monitorizados; en la parte inferior los espectros correspondientes.



Supervisión de la labor del tractor en tiempo real mediante JDlink y el acceso directo a Myjobs.

tran su información particular; comienza una época en la que las labores de consultoría de datos pueden hacer realidad la optimización de parques de maquinaria y su gestión, para cada explotación.

## A modo de conclusión

El tractor de la serie 8R con una potencia de 245 CV ha permitido trabajar en laboreo vertical con una capacidad de trabajo de 6,5 ha/h y un rendimiento efectivo de 70%. El consumo superficial (5,5 l/ha) es uno de los más bajos que hemos conseguido desde que comenzamos a realizar los ensayos en campo en 2007, y muy por debajo del valor promedio aportado por el IDAE en 2006 (10-18 l/ha) para 15 cm de profundidad.

Al conocido sistema de auto-guiado Autotrac, se ha incorporado un sistema totalmente automatizado de control de cabezas: iTecPro, que incrementa notablemente el confort de trabajo (gestiona incluso el volante). Hemos comprobado que en los virajes en modo manual, el 25% de los valores muestran un consumo por encima de 16,6 l/h, mientras que con iTecPro este número se reduce al 1,3%. Una vez más se confirma el acierto de trabajar en modo automático de gestión de motor y transmisiones respecto al modo manual, aunque la ventaja es mayor si nos situamos en una labor con una potencia demandada por debajo del 75% de la potencia máxima del tractor.

El notable efecto del control activo del asiento se ha comprobado mediante el uso de acelerómetros, verificándose una reducción del 90% del nivel de vibraciones.

Finalmente, la conectividad global de tractor mediante la tecnología JDlink permite hacer un seguimiento a distancia y en tiempo real de la labor, así como la asistencia remota desde el concesionario en caso de avería o fallo. Ya no hay excusas para buscar las causas de las ineficiencias en nuestros parques de maquinaria. ■